

## 중국의 삼협댐 건설 현황

심명필 (인하대학교 토목공학과 교수)

### 1. 삼협댐 사업 개요

20세기 최대 수자원사업으로 불리는 중국 양자강의 삼협(三峽)댐 프로젝트는 1994년 12월 14일에 공식적으로 시작되었으며 총공사기간은 17년으로 예정되어 있다. 919년 孫文의 '實業計劃'에서 건설 필요성에 대해서 최초로 언급이 된 후 70여년간 수많은 논란과 여여곡절을 거친 삼협댐은 중국의 중동부 지역에 위치한 후베이 주(Hubei Province, 湖北省) Yichang(宜昌)시에 있는 양자강(Yangtze River)에 다목적 수자원 사업 즉, 홍수 통제, 수력발전 그리고 주운 등을 제공하게 될 것이다(그림 참고). 댐의 규모는 높이 185m, 총길이는 2,335m인 콘크리트 중력식 댐이다. 총저수용량은 393억 m<sup>3</sup>로서 우리 나라 최대

저수용량인 소양강댐(28.72억 m<sup>3</sup>)의 무려 13.7배이고, 홍수조절용량은 221.5억 m<sup>3</sup>로서 충주댐(6억 m<sup>3</sup>)의 37배에 달한다. 유역면적은 1백만km<sup>2</sup>이고 저수지의 면적은 1,084 km<sup>2</sup>, 저수지의 둘레는 603 km이며, 이 저수지는 양쯔강의 상류유역의 침투유량을 완화시켜서 기존의 10년 빈도에서 100년 빈도의 홍수를 조절할 수 있는 능력으로 향상하게 될 것이다. 삼협댐으로 부터 생산되는 전기는 연평균 84,700 GWH 정도로 예상된다. 이 사업은 주운로를 개선하고, 하천 유역의 토양 보존에도 중대한 역할을 할 것이며 완공되면 15,000 km<sup>2</sup>에 이르는 농지와 1,500 만명의 주민들은 홍수피해로부터 안전하게 된다. 총사업비용은 245억 달러로 추정된다. 그러나 댐이 완공될 때까지 수몰로 인해 113만명의 이주민이 발생하

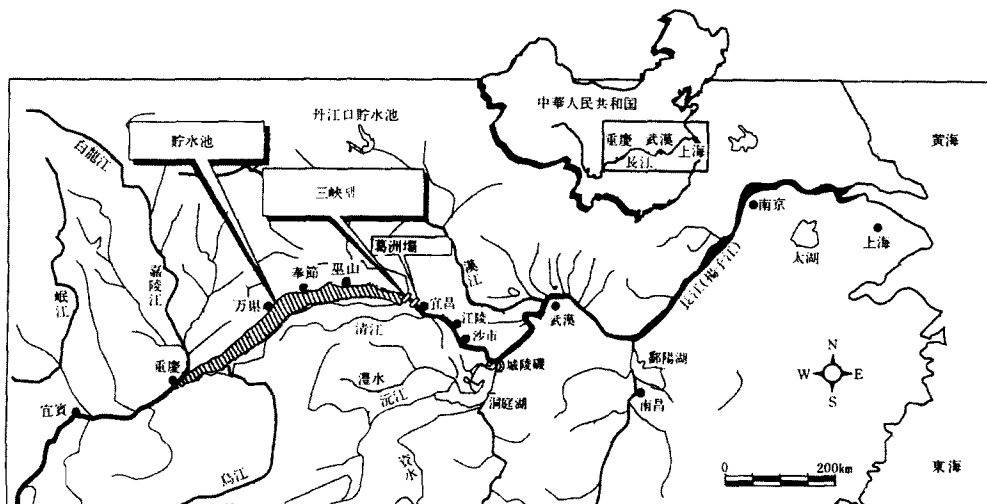


그림1. 삼협댐의 위치도

표 1. 세계 주요 수력발전소의 수차-발전기 기술정보

발전소, 위치, 총설비용량	수 차 (Turbines)					발 전 기 (Generators)				
	낙차(m)	형식	rpm	용량 MW	Runner 직경(m)	형식	용량 (MVA)	발전 계수	Voltage (kV)	주파수 (Hz)
Three Gorges, China, 1,820만 kW	61-113(range) 80.3(working)	Vertical Francis	75	700	9.85	Vertical Synchronous/ Direct Water-Cooled	766	0.9	18	50
Grand Coulee Third Powerplant, United States, 650만 kW	108.8(max)	Vertical Francis	85.7	786	9.9	Vertical Synchronous/ Direct Water-Cooled	825	0.975	15	60
Guri, Venezuela, 1,030만 kW	130.8 (rated)	Vertical Francis		700	7.2	Vertical Synchronous/ Air-Cooled	805	0.9	18	60
Itaipu, Brazil-Paraguay, 1,260만 kW	118.3 (rated)	Vertical Francis	90.7/ 92.3	715	8.45	Vertical Synchronous/ Direct Water-Cooled	823/ 737	0.85/ 0.95	18±5% 60	50/ 60

Sources : SCL Engineering & Inspection ; Voith Hydro ; Kvaerner ; General Electric Canada Inc.

며 중국정부는 이에 대한 여러 가지 대책을 세우고 있다. 가물막이 공사의 반이 완공되었으며, 총 26개 터빈과 발전기중에서 14개의 계약이 체결되었었다. 본고에서는 Hydro Review Worldwide(1997.11월호)와 관련잡지를 참고하여 사업계약에 관련된 내용을 요약한다. 삼협댐의 건설과 시비에 관한 책자로는 Dai Qing이 저술한 'Yangtze! Yangtze! -Debate over the Three Gorges Project' (삼협댐 건설의 시비에 관한 논쟁, 일본어판은 築地書館, 1996)를 참고하기 바란다.

## 2. 삼협댐 공정계약 현황

한국수자원공사는 1996년 6월 중국장강삼협공정개발총공사(China Yangtze Three Gorges Project Development Corp.:CTGPC)와 '상호 전문기술자 파견 교류를 위한 협약'을 체결한 바 있다. 지속적으로 전문가를 파견하여 세계최대 댐의 건설사업에 참여함으로써 댐건설 및 수력발전소 운영 등을 포함한 수자원 개발 및 관리분야의 기술력을 향상시킬수 있는 좋은 경험을 쌓고 해외 수자원사업 수주를 위한 기반을 마련할 수 있는 기회를 가질 수 있을 것이다.

CTGPC는 지난 1997년 9월 2일 삼협댐 사업에

설치될 전체 26개 수차-발전기중에서 1차로 14개의 계약을 체결하였다. 이번에 두개의 국제 컨소시엄과 체결된 계약액은 7억 4천만 달러로서 이는 역사상 가장 큰 규모의 수력 발전소 계약이 될 것이다. 삼협댐에는 한대의 크기가 70만 kW인 26대의 수차-발전기가 설치되어 총설비용량은 1,820만 kW로서 이타이푸댐(1,260만 kW)보다 1.5배에 달하는 세계에서 가장 큰 수력발전소가 되게 된다. 남은 12대의 수차-발전기에 대한 입찰은 2000년에 있을 것이며 주문은 중국 회사로 갈 것으로 예상된다. 표1은 세계 주요 수력발전소의 관련자료를 보여준다.

삼협댐 공사는 1997년 5월에 하천수로 변경을 완료하였고 11월에 가물막이 공사가 완료되었다.

비록 하천이 막히더라도 주운은 분수로와 임시 갑문을 이용하게 될 것이다. 1억 3천만 입방미터 이상의 흙과 암석이 굴착되고, 350만 입방미터의 콘크리트가 사용되고 있다. 접근로는 양자강을 가로지르는 질링양쯔교(Xiling Yangtze Bridge)를 경유하여 개통되어있다. 주운용 갑문과 왼쪽 편 1~6번 발전소를 위한 취수탑 굴착은 1998년에 시작할 것으로 예정되었으며, 최종 사업은 2009년에 완공될 것이다.

### 3. 컨소시엄의 세부 내용

스위스의 ABB (Asea Brown Boveri AG)와 French-English GEC Alsthom으로 구성되는 컨소시엄은 4억 2천만달러의 계약으로 삼협댐에 처음 14개의 수차-발전기중 8개를 공급할 것이다. ABB 에 따르면 8개 발전기를 2002년 초반에 설치하여 상업용 송전은 2003년에 시작될 예정이다. GEC Alsthom은 노르웨이의 Kvaerner Energy에 하청하여 8개의 수차를 공급할 것이고, Kvaerner의 수리적 설계와 기술을 사용할 것인데, 공동현상으로 인한 수차의 피팅현상을 피하도록 하고 있다. Kvaerner는 세계의 수차를 제작하고 다른 두개의 수차는 중국에 있는 공장에서 제작할 것이나 CTGPC는 이 두 개의 수차를 제작할 회사를 공표하지 않았다. 하지만 8개의 장치들에 대한 주 하청업자가 중국의 하빈(Harbin) 전기기계회사가 될 것이라고 말했다. GEC Alsthom은 8개의 수차 중 남아있는 3개의 수차를 제작할 것이다.

또 다른 하나의 컨소시엄에는 General Electric Canada Inc.와 독일의 Voith Hydro GmbH와 Siemens AG의 두 회사가 참여했는데 14개의 수차-발전기 중 6개를 공급하게 되며 가격은 약 3억 2천만 달러로 알려졌다. 두 번째 컨소시엄에서 3개는 캐나다 라신에 있는 General Electric에 의해 제조될 것이고, 다른 3개는 Voith에서 수차를, Siemens에서는 발전기를 공급하게 될 것이다. 이 수차들은 General Electric과 Voith의 수리학과 역학이 복합된 설계에

근거하게 될 것이다. 발전기 설계는 GE 와 Simens의 공동노력으로 이루어 질 것이며, 중국의 동팡(Dongfang)전기기계회사는 6개 장치들의 주 하청업체가 될 것이다. 첫 번째 장치의 위임은 2003년 중반으로 예정되어 있다. 제작될 수차-발전기들은 세계에서 가장 큰 것들 중에 하나가 될 것이다. 계약서에 의하면 기술이전을 포함하고 있어서 중국 회사들은 마지막 12개의 터빈-발전기를 만드는 데 있어서 14개의 장치에 사용될 기술을 이용하도록 허용될 것이다.

두 개의 국제적인 컨소시엄에 주어진 터빈-발전기 작업은 터빈의 governor는 포함하지 않는다. CTGPC는 14개 장치들의 입찰견적서로부터 장비에 관한 이 부분을 삭제했다. 그리고 governor에 대한 별도의 입찰공고를 낼 것이다.

### 4. 삼협댐 사업의 기타 계약

중국 정부는 1997년 8월에 발전소와 본댐의 주요 요소들의 공사계약이 Gezhouba Share Holding Ltd., Yichang Qingyun Hydropower Joint Management Co. 그리고 Yichang Three Gorges Project Construction Joint Management Co.와 체결되었다고 발표했다. 그 계약은 7억 2천만달러로 책정되었으며, 토목사업에 대한 입찰은 국내 회사들에게만 제한되어 졌다. 표2는 삼협댐에 관련한 여러 사업들에 대해 체결된 계약을 보여준다. ●

표 2. 삼협댐 사업의 체결계약 현황

항 목	회 사	나 라
Concrete-moving equipment	Rotec Industries	United States
Drilling rigs	Ingersoll-Rand	United States
Earth/rock excavation	Joint Venture of the Third, Seventh, and Eighth Hydroelectric Construction Bureaus, known as the "378 Group."	China
Engineering service for transmission system	Teshmont Consultants	Canada
Management information system	Monenco AGRA	Canada
Portal cranes	Shanghai Port Machinery Plant	China
Stationary crushing plants/related equipment	Nordberg Group, unit of Rauma Corporation	Finland